

| (51) Int.Cl. | 識別記号 | F I        | テ-マコト | (参考)    |
|--------------|------|------------|-------|---------|
| B01D 53/50   |      | B01D 51/10 | A     | 3K023   |
| 51/10        |      | B03C 3/02  | A     | 3K070   |
| 53/34        | ZAB  | F23L 15/00 | B     | 4D002   |
| 53/77        |      | B01D 53/34 | 125   | Q 4D054 |
| B03C 3/01    |      |            | ZAB   |         |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-178856(P 2001-178856)

(71)出願人 000005441

パブコック日立株式会社

東京都港区浜松町二丁目4番1号

(22)出願日 平成13年6月13日(2001.6.13)

(72)発明者 桐山 恒一

東京都港区浜松町二丁目4番1号 パブコ  
ック日立株式会社

(72)発明者 石井 和夫

東京都港区浜松町二丁目4番1号 パブコ  
ック日立株式会社

(74)代理人 100078134

弁理士 武 頭次郎

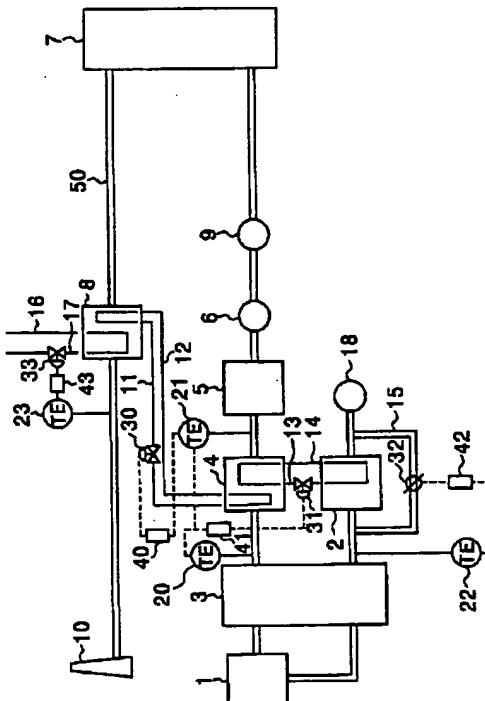
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】排煙処理装置

## (57)【要約】 (修正有)

【課題】 電気集塵機の煤塵性能の向上を図り、しかもSO<sub>3</sub>による低温腐食を防止でき、かつCO<sub>2</sub>の削減も可能な排煙処理装置を提供する。

【解決手段】 ポイラ1からの排ガスの熱を回収する再生式空気予熱器3と、煤塵を除去する電気集塵機5と、この電気集塵機入口側に設けた熱回収器4と、脱硫装置7と、煙突10から大気中に放出させる通風装置6、9とを有する排煙処理装置において、ポイラ1側に空気を供給する押込送風機18と、この押込送風機18の出口側に設けられ、押込送風機18から供給される空気および熱回収器4と熱交換する熱交換器2と、熱回収器4の出口側の排ガス温度を検出する温度検出器21によって検出された温度に基づいて、熱回収器4と熱交換器2間の熱交換量を制御する演算器41とを備えた。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ボイラからの排ガスの熱を回収する再生式空気予熱器と、ボイラの排ガス中に含まれる煤塵を除去する電気集塵機と、この電気集塵機入口側に設けられ、排ガス温度を低下させるための第 1 の熱交換器と、硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、前記ボイラからの排ガスを前記再生式空気予熱器、前記熱交換器、前記電気集塵機および前記脱硫装置を介して煙突から大気中に放出させる通風装置とを有する排煙処理装置において、

前記ボイラ側に空気を供給する送風機と、

この送風機の出口側に設けられ、当該送風機から供給される空気および前記第 1 の熱交換器と熱交換する第 2 の熱交換器と、

前記第 1 の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第 1 の温度検出器と、

前記第 1 の熱交換器出口の排ガス温度が前記電気集塵機の後流側で低温腐食が発生しない温度を維持するように前記第 1 の温度検出器によって検出された温度に基づいて、前記第 1 および第 2 の熱交換器間の熱交換量を制御する第 1 の制御器と、を備えていることを特徴とする排煙処理装置。

【請求項 2】 前記第 2 の熱交換器をバイパスする連絡管路と、

この連絡管路の出口側であって前記再生式空気予熱器入口側の温度を検出する第 2 の温度検出器と、

この第 2 の温度検出器によって検出された前記再生式空気予熱器入口側の温度に基づいて、前記連絡管路のバイパス流量を制御する第 2 の制御器と、をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 記載の排煙処理装置。

【請求項 3】 前記第 1 の制御器による制御が前記第 1 および第 2 の熱交換器間の熱媒体の流量を制御することにより行われることを特徴とする請求項 1 記載の排煙処理装置。

【請求項 4】 ボイラからの排ガスの熱を回収する再生式空気予熱器と、ボイラの排ガス中に含まれる煤塵を除去する電気集塵機と、この電気集塵機入口側に設けられ、排ガス温度を低下させるための第 1 の熱交換器と、硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、前記ボイラからの排ガスを前記再生式空気予熱器、前記熱交換器、前記電気集塵機および前記脱硫装置を介して煙突から大気中に放出させる通風装置とを有する排煙処理装置において、

前記脱硫装置の出口側に設けられ、前記脱硫装置からの排ガスおよび前記第 1 の熱交換器と熱交換する第 3 の熱交換器と、

前記第 1 の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第 1 の温度検出器と、

前記第 1 の熱交換器出口の排ガス温度が前記電気集塵機の後流側で低温腐食が発生しない温度であって、前記煙突の出口から排出される排ガスが白煙を生じない温度を維持するように前記第 1 の温度検出器によって検出され

10

20

30

40

50

た温度に基づいて、前記第 1 および第 3 の熱交換器間の熱交換量を制御する第 3 の制御器と、を備えていることを特徴とする排煙処理装置。

【請求項 5】 前記第 3 の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第 3 の温度検出器と、

前記第 3 の熱交換器と熱交換するための連絡管路と、

前記第 3 の温度検出器によって検出された温度に基づいて前記第 3 の熱交換器の前記脱硫装置からの排ガスおよび前記第 1 の熱交換器と熱交換の熱交換量を制御する第 4 の制御器と、を備えていることを特徴とする請求項 1 または 3 記載の排煙処理装置。

【請求項 6】 前記第 3 の制御器による制御が前記第 1 および第 3 の熱交換器間の熱媒体の流量を制御することにより行われることを特徴とする請求項 4 記載の排煙処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は排煙処理装置に係り、特にボイラ等の燃焼装置から排出されるばい煙や硫黄酸化物（以下、SO<sub>x</sub> と略す）を除去するために使用される排煙処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 湿式排煙脱硫装置（以下、脱硫装置と略す）では、排ガス中の SO<sub>x</sub> を除去するために排ガスと吸収液との気液接触が行われる。これにより吸収塔（脱硫装置）出口ガス温度が例えば約 50°C と飽和温度以下まで低下するため、吸収塔出口ガスは煙突からの白煙防止および拡散に適した温度まで再加熱されたのち、煙突から排出されている。このガス再加熱装置としては、空気予熱器出口ガスもしくは脱硫装置入口ガスの熱を利用する一般的である。

【0003】 図 5 は、最近の厳しい環境規制値に適用されている排煙処理装置の系統図である。この装置はボイラ 1 と、このボイラ 1 の排ガスの熱を回収するための空気予熱器 3 と、空気予熱器 3 出口排ガス温度を低下させて熱を回収する熱交換器（以下、熱回収器と称す） 4 と、排ガス中のばい煙を除去するための電気集塵機 5 と、排ガスの昇圧を行う誘引通風機 6、後述の脱硫装置 7 に排ガスを導く脱硫通風機 9 と、排ガス中の SO<sub>x</sub> を除去する脱硫装置 7 と、脱硫された排ガスの熱を熱回収器 4 で回収し、さらに再加熱する熱交換器（以下、再加熱器と称す） 8 とから構成される。これらの空気予熱器 3、熱回収器 4、電気集塵機 5、誘引通風機 6、脱硫通風機 9、脱硫装置 7、再加熱器 8 は、ボイラ 1 から煙突 10 に至る煙道 50 に前述の順に設けられ、ボイラ 1 からの排ガスに所定の処理を施し、排ガスを煙突 10 から大気中に散気する。

【0004】 ガス再加熱装置は熱回収器 4 と再加熱器 8 とで構成され、熱回収器 4 と再加熱器 8 は連絡配管 1 1、1 2 で接続されており、連絡配管 1 1、1 2 内の熱

媒をポンプ等で強制循環させる方や、ヒートパイプを利用して熱媒を自然循環させる方が一般に用いられている。連絡配管11には流量調整器30が設けられ、この流量調整器30の開度は図示しない制御装置によって制御され、前述のように煙突10からの白煙防止および拡散に適した温度まで再加熱される。

【0005】一方、空気予熱器3の出口側と電気集塵機5の入口側には温度検出器20, 21が設けられ、この温度検出器20, 21によって検出された温度に基づいてシステムの運転状態が制御される。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】最近、エネルギーの多様化に伴いボイラ燃料の重油から石炭への転換によるボイラ排ガス中の煤塵量の増加と環境規制の強化に伴う煙突入口の煤塵量の低減や、地球温暖化からCO<sub>2</sub>削減するためのボイラ効率の向上が要求されている。その際、前述のように高度な熱回収性能及び煤塵性能を得るためにには、再生式空気予熱器3の容量を増し、また、排煙処理装置の電気集塵機5の容量を増加させる必要がある。しかし、いずれも設備費や運転費の増加を招くという問題がある。

【0007】一方、熱回収の向上及び電気集塵性能の向上は煤塵の電気抵抗に依存し、また煤塵の電気抵抗はガスの関係湿度により影響を受けることも知られている。電気集塵性能は排ガスの関係湿度を上げ、煤塵の電気抵抗を低下させることにより向上させることができる。また、煤塵の電気抵抗を下げる方法として、空気予熱器3の容量を大きくして電気集塵機5の入口ガス温度を下げる方法がある。

【0008】しかしながら、ボイラ出口ガス中に、燃焼に伴って酸化されたSO<sub>3</sub>がSO<sub>2</sub>濃度の約2~3%

(SO<sub>2</sub>濃度1000ppmで20~30ppm)存在するため、ガス温度を下げすぎると空気予熱器2の低温端メタル温度の低下によりSO<sub>3</sub>が凝縮し、煤塵と共にエレメントに固着し、腐食閉鎖を起こすことがある。

【0009】本発明は、このような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、電気集塵機の集塵性能の向上を図り、しかもSO<sub>3</sub>による低温腐食を防止でき、かつCO<sub>2</sub>の削減も可能な再生式空気予熱器を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、第1の手段は、ボイラからの排ガスの熱を回収する再生式空気予熱器と、ボイラの排ガス中に含まれる煤塵を除去する電気集塵機と、この電気集塵機入口側に設けられ、排ガス温度を低下させるための第1の熱交換器と、硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、前記ボイラからの排ガスを前記再生式空気予熱器、前記熱交換器、前記電気集塵機および前記脱硫装置を介して煙突から大気中に放出させる通風装置とを有する排煙処理装置において、前記ボイラ側に空気を供給する送風機と、この送風機の出口側に設けられ、当該送風機から供給される空気および前記第1の熱交換器と熱交換する第2の熱交換器と、前記第1の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第1の温度検出器と、前記第1の熱交換器出口の排ガス温度が前記電気集塵機の後流側で低温腐食が発生しない温度を維持するように前記第1の温度検出器によって検出された温度に基づいて、前記第1および第2の熱交換器間の熱交換量を制御する第1の制御器とを備えていることを特徴とする。

【0011】第2の手段は、第1の手段において、前記第2の熱交換器をバイパスする連絡管路と、この連絡管路の出口側であって前記再生式空気予熱器入口側の温度を検出する第2の温度検出器と、この第2の温度検出器によって検出された前記再生式空気予熱器入口側の温度に基づいて、前記連絡管路のバイパス流量を制御する第2の制御器とをさらに備えていることを特徴とする。

【0012】第3の手段は、第1の手段において、前記第1の制御器による制御が前記第1および第2の熱交換器間の熱媒体の流量を制御することにより行われることを特徴とする。

【0013】第4の手段は、ボイラからの排ガスの熱を回収する再生式空気予熱器と、ボイラの排ガス中に含まれる煤塵を除去する電気集塵機と、この電気集塵機入口側に設けられ、排ガス温度を低下させるための第1の熱交換器と、硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、前記ボイラからの排ガスを前記再生式空気予熱器、前記熱交換器、前記電気集塵機および前記脱硫装置を介して煙突から大気中に放出させる通風装置とを有する排煙処理装置において、前記脱硫装置の出口側に設けられ、前記脱硫装置からの排ガスおよび前記第1の熱交換器と熱交換する第3の熱交換器と、前記第1の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第1の温度検出器と、前記第1の熱交換器出口の排ガス温度が前記電気集塵機の後流側で低温腐食が発生しない温度であって、前記煙突の出口から排出される排ガスが白煙を生じない温度を維持するように前記第1の温度検出器によって検出された温度に基づいて、前記第1および第3の熱交換器間の熱交換量を制御する第3の制御器とを備えていることを特徴とする。

【0014】第5の手段は、第4の手段において、前記第3の熱交換器の出口側の排ガス温度を検出する第3の温度検出器と、前記第3の熱交換器と熱交換するための連絡管路と、前記第3の温度検出器によって検出された温度に基づいて前記第3の熱交換器の前記脱硫装置からの排ガスおよび前記第1の熱交換器と熱交換の熱交換量を制御する第4の制御器とを備えていることを特徴とする。

【0015】第6の手段は、第4の手段において、前記第3の制御器による制御が前記第1および第3の熱交換器間の熱媒体の流量を制御することにより行われること

を特徴とする。

【0016】なお、後述の実施形態においては、第1の制御器は第1の演算器42に、第2の制御器は第2の演算器41に、第2の制御器は第3の演算器40にそれぞれ対応し、第1の熱交換器は熱回収器4に、第2の熱交換器は熱交換機2に、第3の熱交換器は再加熱器8に、送風機は押込送風機18にそれぞれ対応する。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、前述の従来例と同等な各部には同一の参考符号を付し、重複する説明は適宜省略する。

【0018】図1においてこの排煙処理（装置）システムはボイラ1と、このボイラ1の排ガスの熱を回収するための空気予熱器3と、空気予熱器3出口排ガス温度を低下させて熱を回収する熱回収器4と、排ガス中の煤塵を除去するための電気集塵機5と、排ガスを昇圧させる誘引通風機6、脱硫装置7に排ガスを導く脱疏通風機9と、排ガス中のSO<sub>x</sub>を除去する脱硫装置7と、脱硫された排ガスの熱を熱回収器4で回収し、さらに再加熱する再加熱器8と、熱回収器4で回収された排ガスの熱と熱交換する熱交換2と、押込送風機18とから主に構成され、従来例と同様に空気予熱器3、熱回収器4、電気集塵機5、誘引通風機6、脱疏通風機9、脱硫装置7、再加熱器8は、ボイラ1から煙突10に至る煙道50に前述の順に設けられ、ボイラ1からの排ガスに所定の処理を施し、排ガスを煙突10から大気中に散気するようになっている。

【0019】ガス再加熱装置は熱回収器4と再加熱器8とから構成され、熱回収器4と再加熱器8は連絡配管11、12によって接続されている。熱回収器4にはさらに連絡配管13、14を介して熱交換機2が接続されている。この熱交換機2は、押込送風機18の下流側であって空気予熱器3の上流側に設けられ、空気予熱器2に押込送風機18から供給される空気と熱交換（加熱）を行う。また、空気予熱器3で熱交換された空気は、ボイラ1側に供給される。熱交換器2の入口側配管と出口側配管には連絡ダクト15が設けられ、前記熱交換器2をバイパスして押込送風機18からの空気を空気予熱器3に送り込むことができるようになっている。なお、連絡ダクト15には流量調整器32が設けられ、熱交換機2の下流側の配管の空気温度を検出する温度検出器22の温度に応じ、演算器42が前記流量調整器32の開度（流量）を制御する。

【0020】また、熱回収器4の入口側配管（空気予熱器3の出口側配管）には空気予熱器3の出口排ガスの温度を検出する温度検出器20が、熱回収器の出口側配管にも熱回収器4から排出される排ガスの温度を検出する温度検出器21が設けられ、これらの検出温度に基づいて前記連絡配管13に設けられた流量調整器31を開度

を制御する。この制御は、前記温度検出器20、21の検出温度が入力される演算器41によって行われる。

【0021】また、再加熱器8と熱回収器4との連絡配管11にも流量調整器30が設けられ、前記熱回収器4の出口側配管に設けた温度検出器40の検出温度に基づいて演算器40によって開度が制御される。同様に、再加熱器8の温度調節用の連絡配管17に設けられた温度調整器33の開度も再加熱器8の出口温度を検出する温度検出器23からの検出出力に基づいて演算器43によって制御される。

【0022】本実施形態に係る排煙処理システムが前述のシステムと異なる主な点は、押込送風機18出口の熱交換器2と電気集塵機5入口の熱回収器4を連結し、熱媒体が循環する連絡配管14と交換熱量を制御して熱回収器4出口を低温腐食が防止できる温度に制御することができるようとした点にある。そのため、空気予熱器3の出口温度を測定する温度検出器20、電気集塵機5入口のガス温度を測定する温度検出器21、前記温度検出器20の測定値から低温腐食が防止できる温度にするための交換熱量を演算する演算器41、および演算器41からの信号によって熱媒体の流量を調節する前記流量調節器31を設けている。

【0023】このように構成された排煙処理システムでは、熱交換量の決定を次のようにして行う。すなわち、①まず、図2の空気予熱器3の出口ガス温度とSO<sub>x</sub>濃度との関係を示す特性図に基づいて空気予熱器3の出口ガス温度を温度検出器20で計測する。これにより従来連続的に高精度の測定が不可能であった空気予熱器3出口のSO<sub>x</sub>濃度を連続的に求める（A→B）。なお、図2の特性は予め測定しておき、演算器41にROMテーブルとして記憶させておく。

【0024】②図3のSO<sub>x</sub>濃度と露点温度との関係を予め求めた特性図に基づいて、図2で求めた空気予熱器出口ガスSO<sub>x</sub>濃度の露点温度を求めることができる（B→C）。露点温度は熱交換器出口の低温腐食を防止できる下限温度となる。図3の特性は予め測定しておき、演算器41にROMテーブルとして記憶させておく。

【0025】③図2及び図3の関係をROMテーブルとして備えた演算器41によって熱回収器4の下限温度を先行信号とし、温度検出器21で判定された温度をフィードバック信号として熱回収器4での交換熱量が求められる。連絡配管13に設けられた流量調節器31により前記熱交換量に相当する媒体圧力（流量）を調節する。

【0026】④一方、空気予熱器3の出口排ガス温度の変動を補正する目的で、バイパス連絡ダクト15に設けられた流量調整器32によって熱交換器2に供給される空気量を制御する。すなわち、空気予熱器3の出口の排ガス温度を測定する温度検出器20から得られる測定値を設定値にするべく先行信号とし、温度検出器22で検

出された空気予熱器3の入口側の温度をフィードバック信号として熱交換器2の交換熱量を演算器42により演算し、流量調節器32によるバイパス連絡ダクト15の押込送風機18からの空気流量を流量調節器32にて調節する。

【0027】⑤白煙防止対策用で設けられる再加熱器8は、当該再加熱器8の出口ガス温度を温度検出器23で検出し、図4の大気／排ガス温度とH<sub>2</sub>O濃度（%）との関係を予め求めた特性図に基づき、白煙の基準線

(a)と運転状態線(b)が交差しないように熱交換を行なう。すなわち、白煙の基準線(a)と運転状態線

(b)が交差しないような交換熱量を演算器43により演算し、連絡管17に設けられた流量調節器33で白煙防止に相当する交換熱量を制御する。なお、前記図4に示した特性図もテーブル化して演算器43のROMに格納されている。

【0028】このように本実施形態によれば、ボイラ排ガス中のSO<sub>3</sub>は、空気予熱器3内で煤塵に吸着され約5 ppm程度に低下するため、空気予熱器3の出口では、硫酸露点温度が空気予熱器3の入口に比べ低くなる。従って電気集塵機5入口に設けられた熱回収器4のSO<sub>3</sub>露点腐食（低温腐食）に起因するガス温度の下限値を前記空気予熱器3の出口ガス温度より低くすることが可能となる。これにより、電気集塵機5の入口ガス温度を低下させ、電気集塵機5の性能向上させることができる。更に、常にSO<sub>3</sub>露点腐食が防止できる下限温度以上で運転することが可能となり、前記電気集塵機5以降の煙道および機器の腐食を防止することができる。

【0029】一方、SO<sub>3</sub>露点腐食を支配する要因として、排ガス中の煤塵濃度がある。SO<sub>3</sub>濃度と煤塵濃度による腐食の関係を図6に示す。SO<sub>3</sub>濃度に対して煤塵濃度が高い場合は、SO<sub>3</sub>が煤塵に吸着されて機器の付着面を乾いた状態に保ち、腐食を軽減することができる。しかし、SO<sub>3</sub>濃度に対して煤塵濃度が低い場合は、ガス温度低下に伴ってSO<sub>3</sub>が凝縮して硫酸となり、機器表面に付着し、腐食を定こす。したがって、電気集塵機5の出口ガス中の煤塵濃度を把握することによって電気集塵機5以降の煙道50および機器の腐食を防止することができる。

【0030】さらにまた、たとえば電気集塵機5の出口煤塵濃度100 mg/m<sup>3</sup>の条件で電気集塵機5を設計する場合、従来技術における電気集塵機5の入口温度150°C(A)の条件では、電気集塵機5は図7に示す

電気集塵機(E.P.)特性曲線のIの特性を有する電気集塵機5を選定する必要があった。しかしながら、本実施形態によれば、たとえば図2の空気予熱器3の出口ガス温度とSO<sub>3</sub>濃度の関係から、Aのガス温度に対してSO<sub>3</sub>濃度Bが求められ、図3のSO<sub>3</sub>濃度と露点の関係から、露点濃度Cが求められるため、図7に示す特性曲線IIの特性を有する電気集塵機5を選定すればよいことになる。したがって電気集塵機5の設備費を大きく低減することができる。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、以上のように構成されているので、SO<sub>3</sub>による低温腐食が防止できる温度に電気集塵機の入口温度を低下させることができとなり、これにより電気集塵機の性能を向上させることができると共にSO<sub>3</sub>低温腐食も防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る排煙処理装置の系統図である。

【図2】空気予熱器出口ガス温度とSO<sub>3</sub>濃度の関係を示す図である。

【図3】SO<sub>3</sub>濃度と露点温度の関係を示す図である。

【図4】大気／排ガス温度とH<sub>2</sub>O濃度（%）との関係を示す図である。

【図5】従来技術に係る排煙処理装置の系統図である。

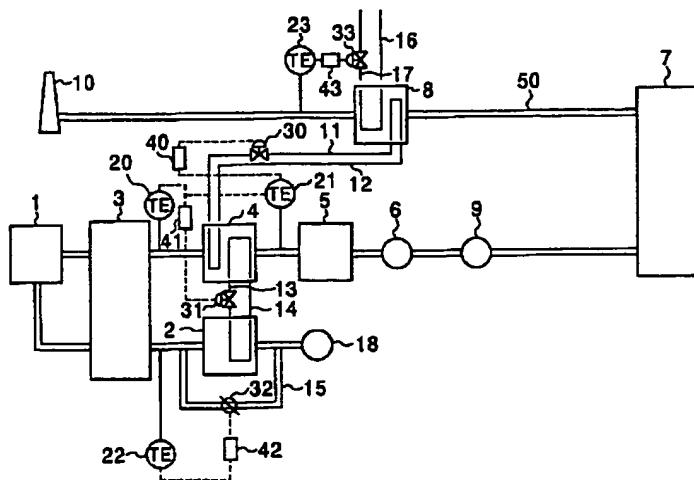
【図6】SO<sub>3</sub>濃度と煤塵濃度による腐食の関係を示す図である。

【図7】電気集塵機入口ガス温度と出口煤塵量との関係を示す図である。

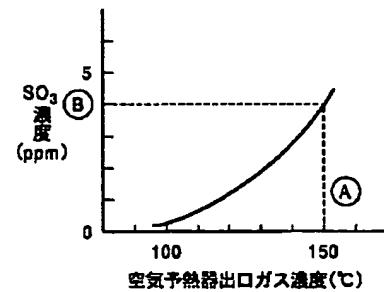
【符号の説明】

- 1 ボイラ
- 3 再生式空気予熱器
- 5 電気集塵機
- 6 誘引通風機
- 7 脱硫装置
- 9 脱疏通風機
- 10 煙突
- 2, 4, 8, 熱交換器
- 11, 12, 13, 14 連絡配管
- 15 連絡ダクト
- 18 押込通風機
- 20, 21, 22, 23 温度検出器
- 30, 31, 32 流量調節器
- 40, 41, 42 演算器

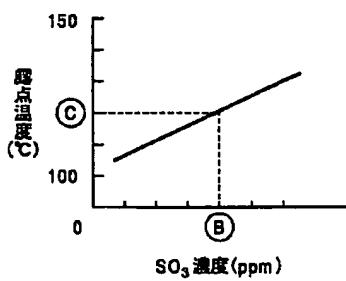
【図 1】



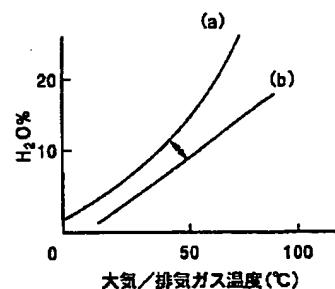
【図 2】



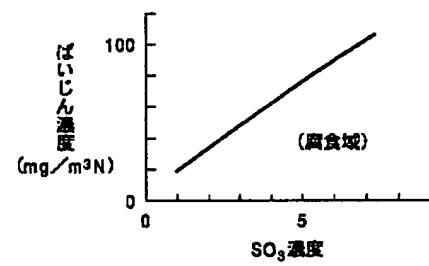
【図 3】



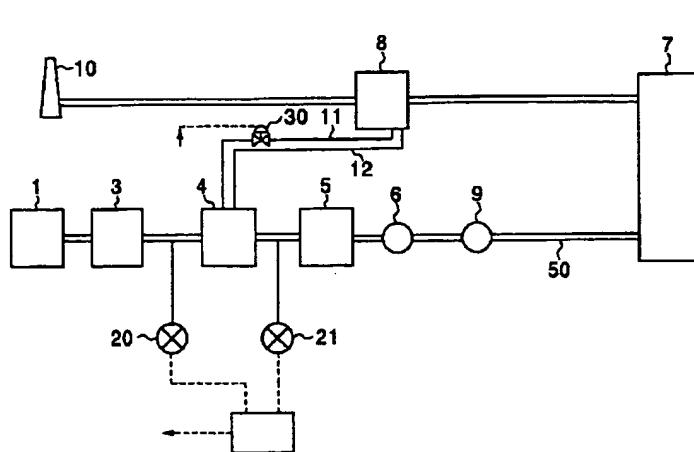
【図 4】



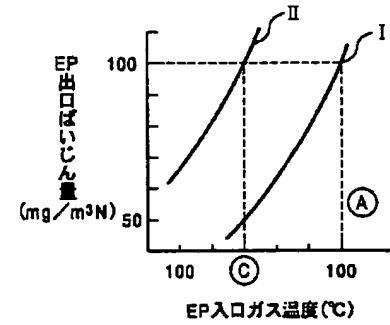
【図 6】



【図 5】



【図 7】



## フロントページの続き

|                           |       |         |            |
|---------------------------|-------|---------|------------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I     | テーマコード(参考) |
| B 0 3 C                   | 3/02  | F 2 3 J | 15/00 K    |
| F 2 3 J                   | 15/06 | B 0 3 C | 3/01 Z     |
| F 2 3 L                   | 15/00 |         |            |

(72) 発明者 石崎 昌典  
東京都港区浜松町二丁目4番1 パブコック  
日立株式会社

F ターム(参考) 3K023 QA01 QB17 QB19 QB20 QC08  
RA01  
3K070 DA03 DA23 DA27 DA48 DA58  
4D002 AA02 AC01 BA02 BA12 BA13  
BA14 GA02 GA03 GB03 GB20  
4D054 AA02 CA14 EA21 EA24